

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 14 593 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>  
**F 23 G 5/30**

②① Aktenzeichen: 197 14 593.0  
②② Anmeldetag: 9. 4. 97  
④③ Offenlegungstag: 15. 10. 98

DE 197 14 593 A 1

①① Anmelder:  
Metallgesellschaft AG, 60323 Frankfurt, DE

⑦② Erfinder:  
Eschenburg, Jochim, 61381 Friedrichsdorf, DE;  
Löffler, Johannes, Dr., 61348 Bad Homburg, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren zum Verbrennen von Abfallstoffen in einer zirkulierenden Wirbelschicht

⑤⑤ Zur zirkulierenden Wirbelschicht gehört eine Wirbelbrennkammer, welcher man sauerstoffhaltiges Fluidisierungs-gas zuführt. Aus dem oberen Bereich der Wirbelbrennkammer wird ein Gas-Feststoff-Gemisch mit Temperaturen von 900 bis 1400°C abgezogen und einem Abscheider zugeführt. Aus dem Abscheider zieht man heiße Feststoffe ab und speist mindestens einen Teil der Feststoffe in einen außerhalb der Wirbelbrennkammer angeordneten Mischer ein. Diesem Mischer führt man auch Abfallstoffe zu und vermischt sie mit den eingespeisten heißen Feststoffen, wobei ein Feststoffgemisch und Pyrolyse-gas gebildet werden. Mindestens einen Teil des Feststoffgemisches leitet man in die Wirbelbrennkammer. Das Pyrolyse-gas kann zum Beispiel in die Wirbelbrennkammer geleitet oder in einer separaten Brennkammer verbrannt werden.

197 14 593 A 1

## DE 197 14 593 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbrennen von Abfallstoffen in der zirkulierenden Wirbelschicht.

Bei den Abfallstoffen kann es sich z. B. um solche kommunalen oder industriellen Ursprungs handeln, auch können flüssige Abfälle, z. B. Altsil oder Schlamm, z. B. Klärschlamm, verarbeitet werden.

Im US-Patent 5 425 317 wird die Vergasung von Abfallstoffen in der zirkulierenden Wirbelschicht beschrieben, wobei ein brennbare Bestandteile enthaltendes Gas entsteht, welches zusammen mit Asche nachverbrannt wird. Aus dem US-Patent 5 159 886 ist die Verbrennung von Kohle in der zirkulierenden Wirbelschicht bekannt. Hierbei mischt man die gebildete heiße Asche mit einem Teil der körnigen Kohle, um Schmelzgas zu erzeugen. Das Schmelzgas wird dem Rauchgas der Kohleverbrennung zugemischt, wodurch die Temperatur des Rauchgases erhöht wird, um  $\text{N}_2\text{O}$  zu zerstören.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, beim eingangs genannten Verfahren auch Abfallstoffe mit relativ großer Stückgröße verarbeiten zu können. Gleichzeitig soll es möglich sein, gebildete oder freigesetzte Schadstoffe in einem Gassstrom separat anzureichern. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß man einer Wirbelbrennkammer sauerstoffhaltiges Fluidisierungsgas zuführt, aus dem oberen Bereich der Wirbelbrennkammer ein heißes Gas-Feststoff-Gemisch mit Temperaturen im Bereich von 800 bis 1400°C abzieht und einem Abscheider zuführt, daß man im Abscheider aus dem Gemisch heiße Feststoffe abtrennt und mindestens einen Teil der abgetrennten Feststoffe in einen außerhalb der Wirbelbrennkammer angeordneten Mischer einspeist, daß man dem Mischer Abfallstoffe zuführt und sie mit den eingespeisten heißen Feststoffen vermischt, wobei ein Feststoffgemisch und Pyrolysegas gebildet werden, und daß man mindestens einen Teil des Feststoffgemisches in die Wirbelbrennkammer leitet und das Pyrolysegas abzieht.

Dem Mischer kann man die gesamten Abfallstoffe zuführen, es ist aber auch möglich, nur einen Teil davon dem Mischer zuzuführen und z. B. bis zu 50 Gew.-% der gesamten Abfallstoffe direkt in die Wirbelbrennkammer zu leiten. Im Mischer werden die Abfallstoffe durch das Vermischen mit dem heißen Feststoff erhitzt und dadurch geschwelen. Im entstehenden Schmelz- oder Pyrolysegas sind Gase und Dämpfe gemischt, wobei in diesem Pyrolysegas Schadstoffe angereichert werden. Auf diese Weise kann dafür gesorgt werden, daß zumindest ein Teil der Schadstoffe nicht in die Wirbelbrennkammer gelangt, wo sie ansonsten Korrosion hervorrufen könnten.

Der Mischer kann auf verschiedenartige Weise ausgestaltet sein, es kann sich z. B. um einen Trommelmischer, einen Drehtrommelmischer, einen Stagenofen, einen Schneckenmischer oder einen Paddelmischer handeln, auch kann man hier heiße und kalte Feststoffströme abwärts rieselnd und sich durchdringend vermischen. Die Temperaturen des im Mischer gebildeten Feststoffgemisches werden üblicherweise im Bereich von 150 bis 650°C liegen.

Um die Schadstoffe im Pyrolysegas möglichst weitgehend unschädlich zu machen, ist es z. B. möglich, das Pyrolysegas mindestens teilweise zu verbrennen. Insbesondere wenn das Pyrolysegas arm an Schadstoffen ist, kann man es auch mindestens teilweise in die Wirbelbrennkammer leiten.

Der Mischer macht es möglich, ihm auch relativ grobe Abfallstoffe zuzuführen, die für das direkte Einspeisen in die Wirbelbrennkammer nicht geeignet sind. Durch die Schmelzung im Mischer entsteht nämlich auch ein Zerkleinerungseffekt, deshalb können die dem Mischer zugeführten Abfallstoffe zu mindestens 1 Gew.-% aus Abfallstoffen mit Stückgrößen von mindestens 20 mm bestehen. Ein höherer Anteil dieser relativ groben Abfallstoffe ist ohne weiteres möglich.

Wenn das im Mischer gebildete Feststoffgemisch einen Anteil an relativ groben Feststoffen enthält, der für das Einspeisen in die Wirbelbrennkammer weniger geeignet ist, empfiehlt es sich, diese groben Feststoffe z. B. durch Sieben abzutrennen. Eine solche Abtrennung kann auch dann sinnvoll sein, wenn man einen Teil der unbrennbaren Bestandteile des Feststoffgemisches vor der Aufgabe in die Wirbelbrennkammer entfernen will. Alternativ oder zusätzlich ist es aber möglich, grobe Feststoffe mit der Bodenasche aus der Wirbelbrennkammer zu entfernen.

Als Startmaterial für das Wirbelbett in der Wirbelbrennkammer eignet sich neben vorhandener Asche z. B. auch Sand, Zementklinker oder Tonerde. Wenn man dem Wirbelbett gemahlene Kalkstein mit Korngrößen z. B. im Bereich von 0,01 bis 5 mm zuführt, kann man eine Asche erzeugen, die in der Baustoffindustrie verarbeitet werden kann.

Ausgestaltungsmöglichkeiten des Verfahrens werden mit Hilfe der Zeichnung erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 das Fließschema einer ersten Variante des Verfahrens und

Fig. 2 eine zweite Verfahrensvariante.

Die Wirbelbrennkammer (1) der Fig. 1 weist im unteren Bereich einen Rost (2) und darunter eine Gasverteilkammer (3) auf. Sauerstoffhaltiges Fluidisierungsgas führt man der Kammer (3) z. B. in Form von Luft oder mit  $\text{O}_2$  angereicherter Luft durch die Leitung (4) zu. Durch den Kanal (5) kann Asche nach unten abgezogen werden.

In der Wirbelbrennkammer erfolgt die Verbrennung im Wirbelbett bei Temperaturen im Bereich von 800 bis 1400°C. Die zu verarbeitenden Abfallstoffe werden in der Leitung (7) herangeführt und zunächst im Mischer (8) mit heißen Feststoffen gemischt, die in der Leitung (9a) herangeführt werden. Im Mischer (8) wird ein Feststoffgemisch gebildet, welches mit Temperaturen im Bereich von 150 bis 650°C und vorzugsweise mindestens 200°C durch die Leitung (10) in die Brennkammer (1) eingespeist wird. Durch die Verbrennung in der Kammer (1) entsteht ein heißes Gas-Feststoff-Gemisch, welches durch den Kanal (12) in den Abscheider (13) gelangt. Dort werden die heißen Feststoffe weitgehend abgetrennt und verlassen den Abscheider (13) durch die Leitung (9). Ein erster Teil der Feststoffe gelangt durch die Leitung (9b) zurück in die Wirbelbrennkammer (1), wobei man durch die Leitung (9c) zuvor noch einen Teil aus dem Verfahren ausschleusen kann. Die übrigen Feststoffe werden durch die Leitung (9a), wie bereits erläutert, dem Mischer (8) zugegeben.

Das im Mischer (8) durch das Schwelen der Abfallstoffe gebildete Pyrolysegas zieht in der Leitung (15) ab und tritt in eine Brennkammer (16) ein, welcher man durch die Leitung (17) sauerstoffhaltiges Gas (Luft, mit  $\text{O}_2$  angereicherte Luft oder technisch reinen Sauerstoff) zuführt. Ein Verbrennungsgas mit Temperaturen von 800 bis 1500°C verläßt die Brennkammer (16) durch die Leitung (18) und wird dem heißen Gas zugemischt, das den Abscheider (13) in der Leitung (14) verläßt. Die Weiterbehandlung der Gase erfolgt zunächst in einem Abhitzekeßel (19), wobei Flugstaub abgeschieden wird, den man in der Leitung (19a) abzieht. Gekühlte Gase werden durch die Leitung (20) einer Gasreinigung (30) zugeführt. Alternativ kann man das Verbrennungsgas der Leitung (18) durch einen separaten Abhitzekeßel leiten, was in

## DE 197 14 593 A 1

Es ist möglich, der Anordnung der Fig. 1 sämtliche zu verarbeitende Abfallstoffe durch die Leitung (7) in den Mischer (8) einzuspeisen. Ein Teil der zu verarbeitenden Abfallstoffe kann jedoch auch direkt durch die gestrichelt eingezeichnete Leitung (7a) in die Wirbelbrennkammer (1) gegeben werden. Wenn man durch die Leitung (7a) zusammen mit Abfallstoffen oder auch ohne diese gemahlene Kalkstein oder Zementklinker der Brennkammer (1) zuführt, kann man eine Asche erzeugen, die für die Weiterverarbeitung in der Baustoff- oder Zementindustrie geeignet ist.

Bei der Anordnung gemäß Fig. 2 sind gleiche Bezugsziffern für solche Anlagenteile gewählt, deren Bedeutung bereits zusammen mit Fig. 1 erläutert ist. Gemäß Fig. 2 gibt man einen Teil der heißen Feststoffe, die aus der Leitung (9) kommen, durch die Leitung (9d) einem an sich bekannten Wirbelkühler (21) auf. Wirbelluft führt man durch die Leitung (22) zu und speist die erwärmte Luft durch die Leitung (22a) in die Brennkammer (1) ein. Im Wirbelkühler (21) erzeugt man in Kühlelementen (23) durch indirekten Wärmeaustausch Wasserdampf. Gekühlte Feststoffe gelangen durch die Leitung (9b) zumindest teilweise in die Kammer (1). Der Wirbelkühler (21) dient nicht nur der Erzeugung von Wasserdampf, vielmehr kann mit ihm auch die Temperatur in der Kammer (1) geregelt werden. Falls nötig, können z. B. die Wände der Wirbelkammer (1) mit Kühlelementen versehen sein, was aber in der Zeichnung der besseren Übersichtlichkeit wegen nicht dargestellt ist. Falls nötig, kann man Sekundärluft durch die Leitung (4a) zuführen.

Dem Mischer (8) der Fig. 2 führt man durch die Leitung (7) zu verarbeitende Abfallstoffe zu, die durch Vermischen mit heißen Feststoffen aus der Leitung (9a) geschweis werden. Gebildetes Pyrolysegas kann, wenn es relativ schadstoffarm ist, durch die Leitung (15a) in die Kammer (1) geleitet werden. Das in der Leitung (10) aus dem Mischer (8) abgezogene Feststoffgemisch gelangt zunächst zu einem Sieb (25), wobei man eine grobe Fraktion erhält, die man durch die Leitung (26) abzieht. Der Feinanteil der Feststoffe wird durch die Leitung (27) der Kammer (1) aufgegeben. In nicht dargestellter Weise kann die Feststofffraktion der Leitung (26) z. B. durch Magnetscheidung in einen brennbaren und einen nicht brennbaren Anteil geteilt werden, wobei man die brennbaren Substanzen in die Kammer (1) oder den Mischer (8) zurückführt.

Es ist ersichtlich, daß man die Verfahrensvariante der Fig. 1 auch so abwandeln kann, daß man einen Teil oder das gesamte Pyrolysegas aus der Leitung (15) direkt in die Kammer (1) leitet. Auch kann man das Verfahren der Fig. 2 so modifizieren, daß man das im Mischer (8) gebildete Pyrolysegas gemäß Fig. 1 weiterbehandelt.

## Beispiel

In einer Anlage gemäß Fig. 2, aber ohne die Teile mit den Bezugsziffern (7a) und (25), wird vorsortierter kommunaler Restmüll, der in einer Menge von 10 t/h in der Leitung (7) herangeführt wird, einer rotierenden Trommel (8) mit einem Fassungsvermögen von 19 m<sup>3</sup> aufgegeben. Der Restmüll hat einen unteren Heizwert von 10,5 MJ/kg und einen Ascheanteil von 22 Gew.-%. Die Trommel (8) rotiert mit 4 Umdrehungen/min.

Die Feststoffmengen und deren Temperaturen in verschiedenen Leitungen sind folgende:

Leitung	9	9a	9c	9d	10	5
Menge t/h	600	60	1,2	540	4	1
Temperatur °C	900	900	650	900	480	880

Die Brennkammer (1) hat ein Volumen von 240 m<sup>3</sup>, das Feststoffgemisch in der Leitung (10) wird ihr direkt zugeführt. Die Gasströme in verschiedenen Leitungen sind:

Leitung	4	4a	15 a	22 a	12	20
Menge (Nm <sup>3</sup> /h)	12000	20000	6.600	3000	43000	43000
Temperatur (°C)	100	100	480	650	900	200

Der in der Leitung (19a) und in einem nachgeschalteten Elektrofilter anfallende Staub wird in die Brennkammer (1) zurückgeführt. Das Gas der Leitung (20) hat einen NO<sub>x</sub>-Gehalt von nur 180 mg/m<sup>3</sup>.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbrennen von Abfallstoffen in der zirkulierenden Wirbelschicht, dadurch gekennzeichnet, daß man einer Wirbelbrennkammer sauerstoffhaltiges Fluidisierungsgas zuführt, aus dem oberen Bereich der Wirbelbrennkammer ein heißes Gas-Feststoff-Gemisch mit Temperaturen im Bereich von 800 bis 1400°C abzieht und einem Abscheider zuführt, daß man im Abscheider aus dem Gemisch heiße Feststoffe abtreibt und mindestens einen Teil der abgetrennten Feststoffe in einen außerhalb der Wirbelbrennkammer angeordneten Mischer einspeist, daß man dem Mischer Abfallstoffe zuführt und sie mit den eingespeisten heißen Feststoffen vermischt, wobei ein Feststoffgemisch und Pyrolysegas gebildet werden, und daß man mindestens einen Teil des Feststoffgemisches in die Wirbelbrennkammer leitet und das Pyrolysegas abzieht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man einen Anteil von 0 bis 50 Gew.-% der gesamten Abfallstoffe direkt in die Wirbelbrennkammer leitet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß man das aus dem Mischer abgezogene Pyroly-

## DE 197 14 593 A 1

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß man das aus dem Mischer abgezogene Pyrolysegas mindestens teilweise in die Wirbelbrennkammer leitet.
5. Verfahren nach Anspruch 1, oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß man aus dem im Mischer gebildeten Feststoffgemisch einen unbrennbare Bestandteile enthaltenden Anteil abtrennt und mindestens einen Teil des verbleibenden Feststoffgemisches der Wirbelbrennkammer aufgibt.
6. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Mischer zugeführten Abfallstoffe zu mindestens 1 Gew.-% aus Abfallstoffen mit Stückgrößen von mindestens 20 mm bestehen.
7. Verfahren nach Anspruch 1, oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil der aus dem Abscheider abgezogenen heißen Feststoffe in einem Kühler durch indirekten Wärmeaustausch gekühlt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1, oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß man der Wirbelbrennkammer gemahlene Zementklinker, Kalkstein, Tonerde oder Sand aufgibt.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:

Int. Cl. 8:

Offenlegungstag:

DE 197 14 593 A1

F 23 G 5/30

15. Oktober 1998

Fig. 1

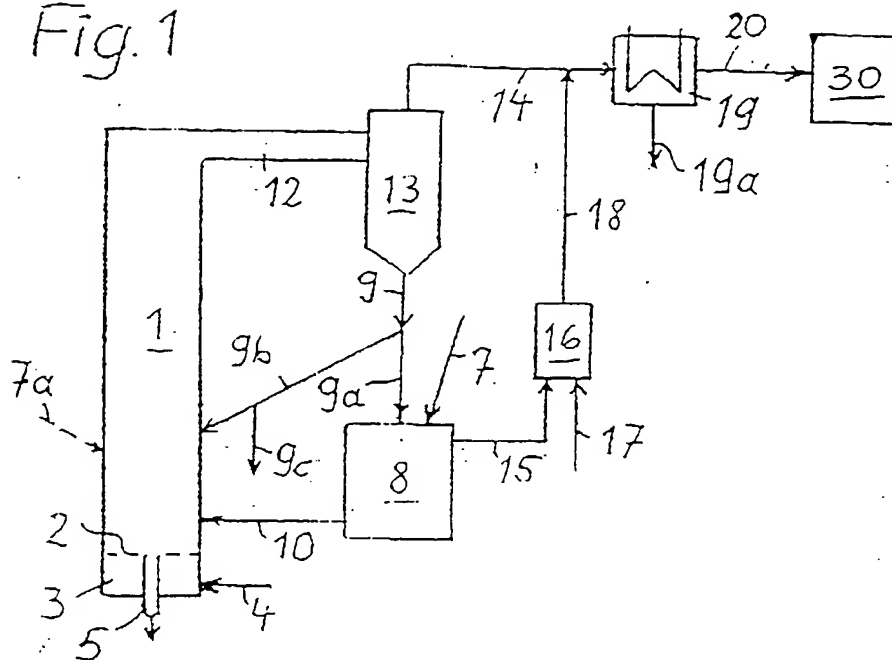


Fig. 2

